

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

**Určení technického stavu strojního objektu
sledováním kvality maziva**

**Determination of mechanical subject technical state
by lubricant quality observation**

Student: Petra Holá

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Petra Holá**

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování

Specializace: 70 Technická diagnostika, opravy a udržování

Téma: **Určení technického stavu strojního objektu sledováním kvality maziva**
Determination of Mechanical Subject Technical State by Lubricant
Quality Observation

Zásady pro vypracování:

Na základě požadavků a podkladů zadavatele zpracujte z pohledu tribotechnické diagnostiky rozbor a posouzení současného stavu mazání vstřikovacího lisu pro lisování plastových skel automobilů.

V rámci zadání zpracujte:

1. Analýzu a řešení dané problematiky.
2. Posouzení technického stavu lisu v souvislosti s jeho vytížením v provozu.
3. Vyhodnocení stavu hydraulického oleje na základě odběrů a provedených rozborů, zhodnocení možných vlivů okolního prostředí.
4. Doporučení pro následný provoz vstřikovacího lisu, návrh pravidel údržby a péče o hydraulický olej, případně stanovení podmínek jeho výměny.

Další pokyny a konzultace poskytne firma Visteon-Autopal, s.r.o.

Seznam doporučené odborné literatury:

ŠAFR, E. *Technika mazání*. 2. dopl. vydání, SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1970. 381 s. 04-010-70.

ŠAFR, E. *Tribotechnika*. SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1984. 300 s. 04-243-84.

SZCZEREK, M. WISNIEWSKI, M. *Tribologie, Tribotechnika*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji Radom, 2000. 727 s. ISBN 83-7204-199-7
Firemní podklady společnosti Visteon-Autopal, s.r.o.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci [online]*. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-04-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....*23. 5. 2011*.....


.....*[Signature]*.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: *23.5.2011*



.....

podpis

Petra Holá
Rychvaldská 449
735 52 Bohumín-Záblatí

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

HOLÁ, P. *Určení technického stavu strojního objektu sledováním kvality maziva: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2011, 49 s. Vedoucí práce: Ing. Hrabec L., Ph.D.

Bakalářská práce se zaměřuje na tribotechnickou diagnostiku (TD) s dopadem na stav strojního zařízení. V úvodu jsou popsány metody TD, které byly aplikovány na znečištěnou olejovou náplň ze sledovaného strojního objektu. Zaměřuji se také na odběrná místa a provedení správného odběru vzorku olejové náplně. Dle laboratorních výsledků bylo provedeno elektrostatické čištění olejové náplně a následná verifikace stavu znečištění. Laboratorní zpráva dokládá, že olejová náplň po filtraci vykazuje zlepšení ve třídě znečištění. Byl navržen popis činností pro údržbu a péči o hydraulický olej za plného provozu s doporučením na provádění cyklických analýz olejových náplní a filtrací pomocí dostupné filtrační jednotky Kleentek.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

HOLÁ, P. *Determination of mechanical subject technical state by lubricant quality observation: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2011, 49 p. Thesis head: Ing. Hrabec L., Ph.D.

The thesis is focusing on tribotechnic diagnostic (TD) with impact on enginery condition. In the beginning there are described methods of TD that were applied on the polluted oil filling from the monitored entity. I am also focusing on extraction sites and correct extraction execution of the oil filling sample. According to laboratory results an electrostatic purifying of oil filling were performed and then verification of pollution level. A laboratory report illustrates that the oil filling after filtration shows improvement in the pollution class. There were proposed an action statement for maintaining and care of the hydraulic oil for full machine running with recommendation to pursue cyclic analysis of oil fillings and filtrations through the available filter unit Kleentek.

OBSAH

Seznam použitého značení	6
Úvod.....	7
1 Maziva	8
1.1 Hydraulické kapaliny	9
1.2 Pěnivost olejů.....	10
2 Tribodiagnostika a její analýzy	11
2.1 Odběr vzorku hydraulické kapaliny.....	11
2.2 Kinematická viskozita.....	13
2.3 Bod vzplanutí	15
2.4 Obsah vody	17
2.5 Číslo alkality a kyselosti	18
2.6 Celkové znečištění	19
2.7 Emisní spektrometrie (ICP-OES)	21
2.8 Elektrostatické čištění olejů	22
3 Problematika sledovaného provozu	23
3.1 Vstřikovací lis a jeho využití v provozu	23
3.1.1 Vstřikovací lis – filtrace oleje	26
3.2 Technický stav lisu – první havárie	26
3.3 První odběr vzorku – nádrž.....	27
3.4 Technický stav lisu – druhá havárie	28
3.5 Druhý odběr vzorku – za čerpadlem.....	29
3.5.1 Výsledek rozboru	31
3.6 Třetí odběr vzorku – za čerpadlem	32
3.6.1 Výsledek rozboru	32
4 Negativní vlivy na technický stav stroje a čistotu oleje	34
4.1 Návrh plánu údržby olejové náplně	36
5 Závěr	37
Seznam použité literatury.....	39
Seznam příloh	41

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

Označení	Název	Jednotka
Al	hliník	-
Cr	chrom	-
Cu	měď	-
DPH	daň z přidané hodnoty	-
ELC	electrostatic liquid cleaning – elektrostatické čištění oleje	-
ELC – R50SP	filtrační jednotka Kleentek	-
Fe	železo	-
ICP-OES	emisní spektrometrie	-
KOH	hydroxid draselný	-
Na	sodík	-
P1	první stupeň čerpadla	-
P1.2	druhý stupeň čerpadla	-
P2	třetí stupeň čerpadla	-
Si	křemík	-
ST	servisní technik	-
TAN	celkové číslo kyselosti	-
TBN	celkové číslo alkality	-
TC	bod vzplanutí přepočtený na standardní atmosférický tlak	° C
TD	tribotechnická diagnostika	-
TO	bod vzplanutí při atmosférickém tlaku okolí	° C
TS	technický servis	-
VL	vstřikovací lis	-
c	kalibrační konstanta	-
moth	motohodina	-
např.	například	-
p	atmosférický tlak okolí	kPa
pH	kyselost	-
ppm	parts per milion – počet dílů či částic na jeden milion	-
t	aritmetický průměr času průtoku kap. mezi dvěma ryskami	s
tzn.	to znamená	-
v	kinematická viskozita	mm ² . s ⁻¹

ÚVOD

Tření, opotřebení a mazání – to jsou hlavní pojmy tribologie, které nejčastěji nacházíme ve strojírenském průmyslu. Ke tření dochází při pohybu těles, které se vzájemně dotýkají a tím se povrchy těles značně opotřebovávají. Tyto negativní projevy redukuje mazáním, které má důležitou roli nejenom ve strojírenství, ale i v mnoha dalších odvětvích. Mazání nám pomáhá zvyšovat životnost strojních součástí a zároveň snižovat spotřeby energií. Mazání je nedílnou součástí každého strojního zařízení, kde dochází k dotyku a pohybu těles. Stejný důraz, jako je kladen na mazání, klademe také na péči o olejové náplně a maziva. Při chodu stroje se opotřebením uvolňují drobné částice kovu a ty jsou olejovou náplní odváděny z třecích uzlů a kolují tak v mazací soustavě stroje. Prováděním pravidelných analýz olejů získáváme cenné informace, které vypoví mnoho o skutečném stavu a kondici strojního zařízení. Pracovníci údržby jsou včas upozorněni na vznikající poruchy a mohou tak zabránit náhodným výpadkům stroje, které vždy vedou k velkým ekonomickým ztrátám. Tato tribodiagnostická metodika je nenahraditelnou součástí proaktivní údržby.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou znečištění olejové náplně, která měla negativní vliv na chod vstřikovacího lisu (VL) a způsobila tak opakovaně havárii hydraulického čerpadla.

Mým hlavním cílem je zajistit vyšší čistotu olejové náplně za pomoci tribodiagnostických metod a filtrační jednotky Kleentek. Jen tak je patrně možné zabránit dalším hrozícím haváriím. Dále se pokusím navrhnout optimální postup pro pracovníky technického servisu (TS) a zpracovat návod, jak provádět údržbu a péči o olejovou náplň.

1 MAZIVA

Maziva jsou důležitou součástí tribologických systémů, proto by měla být mazivům věnována dostatečná pozornost už při samotném návrhu a konstrukci strojního zařízení. Mazivo je účelně dopravováno mezi třecí plochy těles, které konají vzájemný pohyb, zamezuje přímému kontaktu povrchů, a snižuje tření a opotřebení součástí. Mazivo se také podílí na odvodu přebytečného tepla, tlumí kmity a chrání strojní součásti před korozí. Kvalitním mazáním stoupá životnost a provozní spolehlivost strojních součástí, snižují se náklady na opravy, a současně dochází k úsporám energií. Rozdělujeme maziva dle konzistence na pevná, plastická, kapalná a plynná. [1]

- **Pevná maziva** – jsou látky, které se vyznačují dobrou mazací schopností, malou tvrdostí a nízkou smykovou pevností. U pevných maziv nedochází ke změně fyzikálních ani chemických vlastností vlivem tlaků a teplot. Nachází své upotřebení tam, kde je zapotřebí mazat za vysokých tlaků a teplot. Nejvíce rozšířené pevné mazivo je grafit a sirník molybdeničitý.
- **Plastická maziva** – jde převážně o gely, které jsou tvořeny mazacími oleji a zpevňovadly, které během funkčních teplot nejsou ve stavu kapalném, ale vytváří plastickou látku. Tato plastická látka umožňuje malý rozstřík ze strojních částí a tím dochází k menší spotřebě maziva. Další významnou úlohou plastického maziva je těsnící účinek, který zabraňuje prachu vnikat do mazaných prostor. Plastické mazivo má také své nevýhody, a to vysoké vnitřní tření, špatný odvod tepla z mazaných částí a nelze ho použít pro oběhové mazání.
- **Plynná maziva** – tyto maziva jsou velmi málo používaná, ale ve specifických případech se bez plynného maziva neobejdeme. Při vysokých provozních teplotách si plynná maziva udržují svojí stálost a nízkou viskozitu, která roste s teplotou. Dále nedochází ke kavitaci a mazivo je všudypřítomné. Plynná maziva nachází svoje uplatnění u mazání ložisek, které nazýváme plynnými ložisky, pracují při velkých obvodových rychlostech a teplotách větších jak 300 °C. Nejznámějším plynným mazivem je vzduch, oxid uhličitý, helium a dusík.

- **Kapalná maziva** – rozdělujeme na ropné oleje, syntetické oleje, a na anorganická kapalná maziva a taveniny. Oleje se vyrábí rafinací ropy a jejich následnou úpravou. Z pohledu použití se oleje rozdělují do dvou základních skupin – průmyslové a motorové. Kapalná maziva jsou nejvíce rozšířená a používaná. Využívají se pro svojí technickou nenáročnost, snadnou aplikovatelnost a schopnost odvádět teplo z třecích míst. Jsou vhodné pro použití v oběhových systémech, kde přispívají k ekonomickým úsporám. Mazací oleje můžeme vybírat z velké škály viskozit, a tím nejlépe volit vhodný typ pro danou konstrukci mazacího systému.

Příklady průmyslových olejů dle specifického zaměření:

- kompresorové oleje,
- turbínové oleje,
- ložiskové oleje,
- převodové oleje,
- hydraulické oleje.

1.1 HYDRAULICKÉ KAPALINY

Nachází využití zejména ve strojních zařízeních, kde dochází k přenosu síly, regulaci síly a k několikanásobnému nárůstu tlaku. Hydraulické oleje neslouží jen k přenosu síly, ale také mají za úkol mazat pohyblivé části, odvádět vzniklé teplo, a mít antikorozi účinek. Tyto oleje proto musí splňovat různé požadavky dle druhu prostředí a pracovních teplot. Za hlavní kritérium se považuje viskozita oleje, která se mění s teplotou. Dále jsou na hydraulické oleje kladeny vysoké nároky na čistotu a minimální přítomnost otěrových kovů. Stejně důležitým rysem hydraulických kapalin je jejich tolerance k těsnicím materiálům, materiálům hadic a filtrů. Při kontaktu těchto materiálů s hydraulickou kapalinou se nesmí měnit jejich vlastnosti, rozměry a chemické složení. Mohlo by tak dojít ke snížení účinnosti hydraulického zařízení a ztrátám hydraulické kapaliny ze systému. [2]

1.2 PĚNIVOST OLEJŮ

Jedna z negativních vlastností olejů je jejich pěnivost. K tomuto ději může docházet jak u starších olejů, které mají k tomuto jevu větší sklony, tak i u nových olejů, kde k tomu dochází z mnoha příčin, jako jsou změny rychlosti průtoku kapaliny, změny tlaku kapaliny, množství absorbovaného vzduchu nebo páry z okolního prostředí, nevhodná konstrukce hydraulického systému a v neposlední řadě také stárí hydraulické kapaliny. Pěnivost a její negativní účinky se projevují mnoha způsoby např. rychlejším stárnutím oleje, poklesem viskozity, úbytkem pevnosti mazací vrstvy, snižuje se odvod tepla a dochází také ke ztrátě účinnosti čerpadla a možnému vzniku kavitačního opotřebení. Proto se při výrobě oleje přidávají protipěnivostní přísady. Pěnivost se snižuje důslednou rafinací ropných olejů, a naopak je to u starších a znečištěných olejů tzn., že pěnivost vzrůstá [3]. Jako univerzální protipěnivostní přísady se používají polysiloxany, polyvinylsiloxany, polymetylsiloxany, které nejen zabraňují tvorbě pěny, ale mají schopnost rozrušovat již vzniklou pěnu. [2]

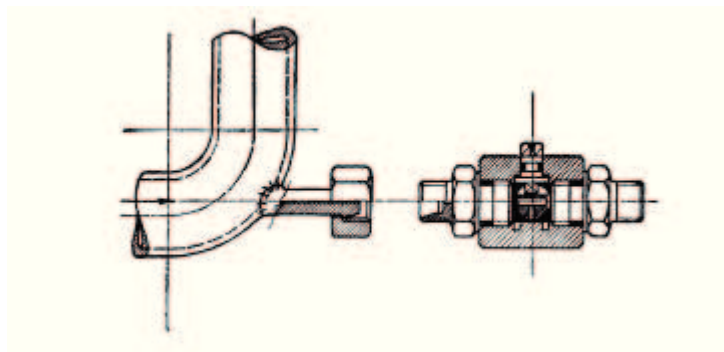
2 TRIBODIAGNOSTIKA A JEJÍ ANALÝZY

Tribodiagnostika se řadí mezi bezdemontážní technickou diagnostiku. Základem této metody je pravidelné odebrání vzorků maziv ze strojního zařízení. Z odebraných vzorků se provádí analýzy, ze kterých získáváme velmi cenné informace o stavu maziva. Tyto informace nám poskytnou přehled o základních fyzikálně-chemických vlastnostech maziva, dále o jeho čistotě a výskytu otěrových kovů. Na základě těchto výsledků jsme upozornění na degradaci maziva nebo na vznikající opotřebení strojního zařízení. Aplikace tribodiagnostiky nám v praxi umožňuje včasné reagovat na vznikající poruchu a zabránit tak neplánovaným odstávkám, které jsou ve vytíženém výrobním procesu velmi nežádoucí. Tím docílíme vyšší efektivity strojů a hospodárnosti výroby. Tribodiagnostika je nepostradatelným článkem moderní údržby.

2.1 ODBĚR VZORKU HYDRAULICKÉ KAPALINY

Při nedodržení základních zásad správného odběru maziva může docházet k neobjektivním a zavádějícím výsledkům. Jak správně odebírat vzorky hydraulických kapalin nám popisuje norma ČSN 65 6207.

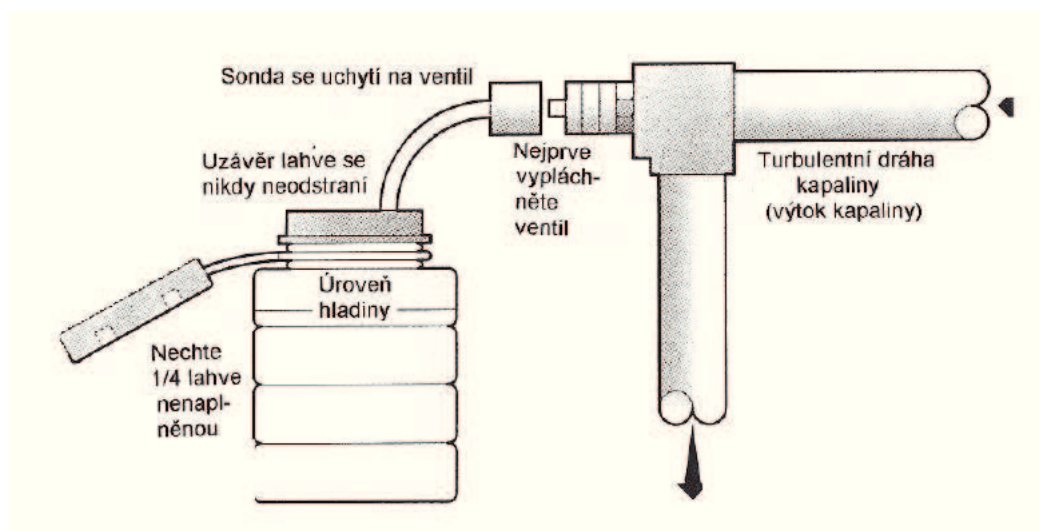
Prvním krokem k dosažení vysoké kvality vzorků oleje je správné zvolení odběrného místa, které je pro odebrání vzorků nejvhodnější. Odběry vzorků na hydraulickém zařízení provádíme zpravidla z míst, kde dochází k návratu hydraulické kapaliny do sběrné nádrže nebo u odvodňovacího potrubí. Odběr vzorků nikdy neprovádíme z olejových nádrží a zásobníků. Po pečlivém výběru odběrného místa musíme zajistit správný odběr vzorků, aby nebyla narušena celistvost dat, a zajistili jsme tak ve vzorcích maximální koncentrace vlhkosti a případných nečistot. Maximálních koncentrací můžeme dosahovat při odběru z turbulentních zón, např. z kolene potrubí (*obr. 2.1*), podle ČSN 65 6207. [6]



Obr. 2.1 – Umístění kulového kohoutu na potrubí [6]

Kapaliny musí být odebírány za provozu stroje, který je v normálním pracovním cyklu a dosahuje provozních teplot. V jiném případě nemáme zaručeno, že nečistoty a ostatní usazeniny budou rozprostřeny v celém objemu kapaliny, jelikož při odstavení stroje dochází k postupnému usazování nečistot na stěnách potrubí a na dně nádrže.

Do vzorků olejů se mohou dostávat také nečistoty z okolního prostředí. Takové znečištění vzorků, přimísením nečistot z okolí, je nežádoucí a snažíme se je co nejvíce eliminovat, a to např. čistotou odběrných lahví, použitím sondážní trubice uchycené k láhvi (*obr. 2.2*), proplachem odběrných ventilů. [13]



Obr. 2.2 – Postup vzorkování s použitím sondážní trubice [13]

Před samotným odběrem odpustíme cca 500 ml oleje do čisté láhve a nalijeme zpět do nádrže. Po provedeném proplachu zahájíme odběr vzorků do čistých lahví, odebíráme přibližně 200 – 250 ml oleje, a vzorkové láhve řádně označíme těmito údaji [4]:

- název, typ a číslo stroje,
- datum odběru,
- odběrné místo,
- druh a název oleje,
- počet provozních hodin,
- jméno osoby, která vzorek odebrala,
- označení požadovaných rozborů.

2.2 KINEMATICKÁ VISKOZITA

Viskozita (vazkost) je vlastnost každé kapaliny, která vyjadřuje velikost vnitřního tření [1]. Viskozita není konstantní veličina, mění se v závislosti na teplotě a tlaku. Změna viskozity se děje dvěma směry:

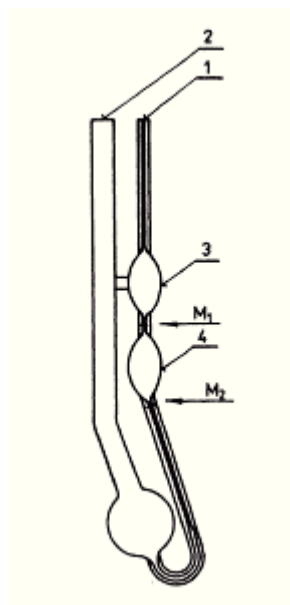
- vzestupem viskozity (kapalina je hustější),
- poklesem viskozity (kapalina je řidší).

Poklesem viskozity dochází k meznímu až suchému tření a může tak dojít k velkému opotřebení mazaného uzlu nebo k úplnému zadření. Na snižování viskozity se podílí především tepelná a mechanická degradace maziva.

Vzestup viskozity je způsoben převážně oxidací olejů. Způsobuje vyšší odpor proti vzájemnému pohybu dvou mazaných prvků a tím dochází k velkým ztrátám energie. [4]

Kinematická viskozita je základním a důležitým ukazatelem sledování kvality olejů. Měření kinematické viskozity probíhá při teplotách 40 °C a 100 °C. Měření provádíme několika typy viskozimetrů, dle ČSN 65 6216 [7]:

- Cannon-Fenske (*obr. 2.3*),
- Pinkevič,
- VŽP,
- Ubbelohde,
- VNŽ (Cannon-Fenske-Opag.),
- BS/IP/RF.



*Obr. 2.3 – Viskozimetr typu Cannon-Fenske [7]
(1, 2 – trubice; 3, 4 – banička; M1, M2 – ryska)*

Princip měření kinematické viskozity je založen na průtoku kapaliny skleněnou kapilárou viskozimetru působením gravitační síly. Stopujeme čas průtoku kapaliny mezi dvěma ryskami. Celý proces provádíme ve vodní lázni, kterou zahříváme na požadovanou teplotu přibližně 30 minut. Výslednou hodnotu kinematické viskozity, která je udávána v jednotkách $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, získáme součinem naměřeného času průtoku a kalibrační konstanty. Všechny viskozimetry jsou výrobcem kalibrovány a dodávány se svojí konstantou. [14] Pro výpočet kinematické viskozity užíváme vztah (1), [4]:

$$\nu = c \cdot t \quad [\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}], \quad (1)$$

kde:

c = kalibrační konstanta (je uvedena v kalibračním listě používaného viskozimetru),

t = aritmetický průměr času průtoku kapaliny mezi dvěma ryskami.

2.3 BOD VZPLANUTÍ

Bod vzplanutí udává nejnižší teplotu hořlavé kapaliny, která vzplane a opět uhasne při přiblížení a oddálení plamene. Tento děj vzniká zahříváním kapaliny, kde nad hladinou dochází k uvolňování par, které se mísí se vzduchem a po přiblížení plamene dochází k zapálení této směsi po celém povrchu kapaliny. Pokud výše uvedená směs vzplane a trvale hoří nejméně 5 s, hovoříme o bodu hoření.

U ropných výrobků provádíme měření buď v uzavřeném, nebo otevřeném kelímku. Při bodu vzplanutí o teplotě nižší než 100 °C většinou používáme uzavřený kelímek a pokud je bod vzplanutí vyšší než 100 °C používáme většinou kelímek otevřený. Hodnoty, které získáme metodou otevřeného kelímku, bývají zpravidla vyšší o 5–20 °C oproti metodě uzavřeného kelímku. Z tohoto důvodu u klasifikace hořlavých kapalin bereme naměřené hodnoty v otevřeném kelímku jen jako orientační. Podle bodu vzplanutí dělíme hořlavé kapaliny do čtyř tříd (*tab. 2.1*) a (*tab. 2.2*) [21]:

Tab. 2.1 – Klasifikace hořlavých kapalin [21]

Třída nebezpečnosti	Bod vzplanutí (°C)	Příklad (typické hodnoty)
I. třída	< 21	automobilový benzín
II. třída	21 – 55	letecký petrolej (48°C)
III. třída	55 – 100	motorová nafta (70°C)
IV. třída	100 – 250	motorový olej (220°C)

Tab. 2.2 – Orientační teploty vzplanutí pro vybrané látky [21]

Teplota vzplanutí (°C)	Druh látky
17–35	Lakový benzín petrolej
> 35	Motorová nafta, transformátorový olej
> 80	Mazací oleje, topné oleje

Podstata zkoušky bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku podle:

- **Penskyho-Martense** dle ČSN EN ISO 2719. Zkušební kelímek naplníme vzorkem po rysku plnění, který se vsune do zahřívací komory přístroje a uzavře se víkem, poté se vloží teploměr. Za stálého míchání se konstantně zvyšuje teplota vzorku pomocí plynového hořáku nebo elektrickým odporovým topením. Zapalovací zařízení se zažehne, a upraví se velikost plamene na průměr 3 mm až 4 mm. Pomocí mechanismu na víku sklopíme během 0,5 s zapalovací zařízení do prostoru par ve zkušebním kelímku a ponecháme ho tam 1 s. Poté se zapalovací zařízení rychle navrátí do původní polohy. Po dobu aplikace zápalného zařízení se vzorek nemíchá. [12]
- **Abel-Penskyho** dle ČSN EN 57, kde za pomoci vodní nebo glycerinové lázně ohříváme uzavřený kelímek naplněný zkušebním vzorkem. Mezi vodní lázní a zkušebním kelímkem je vzduchová mezera. Vodní lázeň se zahřívá, pomocí regulovaného topného zařízení, zhruba 30 °C nad očekávaným bodem vzplanutí. S každým přírůstkem teploty o 0,5 °C se zaznamenává teplota a spouští se do chodu automatické zařízení, které sklopí plamen do zkušebního kelímku. Plamen se krátce ponechá v kelímku a poté se vrátí do původní polohy. [10]

Podstata zkoušky bodu vzplanutí v otevřeném kelímku podle:

- **Clevelanda** dle ČSN EN ISO 2592, otevřený kelímek naplněný zkušebním vzorkem prudce zahříváme do teploty zhruba 56 °C pod možným bodem vzplanutí. Dále vzorek zahříváme s konstantním nárůstem teploty, dokud se nedosáhne teploty přibližně 23 °C pod očekávaným bodem vzplanutí. Následuje seřízení plamínku a zahájení zkoušky – zapálení vzorku, které se provádí s každým zvýšením teploty o 2 °C. Toto opakujeme, dokud se páry nad vzorkem nevznítí. [11]

Bod vzplanutí přepočteme na standardní atmosférický tlak 101,3 kPa. Přepočet provádíme u všech zmíněných metod pomocí následující rovnice (2), [11], [12]:

$$T_c = T_o + 0,25 \cdot (101,3 - p), \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2)$$

kde:

T_0 = bod vzplanutí při atmosférickém tlaku okolí ve stupních Celsia,

p = atmosférický tlak okolí v kilopascalech.

2.4 OBSAH VODY

Voda, která je přítomna v mazacím oleji negativně ovlivňuje strojní zařízení a vlastnosti oleje. U strojů může vést k opotřebení a korozi mazaných částí vlivem porušení mazacího filmu. U oleje voda způsobuje jeho rychlejší oxidaci, vypadávání aditiv, pění oleje a zvyšování viskozity. Doporučená maximální hranice obsahu vody v mazacím oleji se pohybuje na úrovni 0,2 % hmotnostního obsahu vody.

Obsah vody zjišťujeme ve dvou fázích. Prvně zkoumáme, je-li voda skutečně přítomna v mazacím oleji. To zjistíme buď vizuální zkouškou, nebo pomocí jednoduché metody, která spočívá v nanesení malého množství vzorku oleje na vyhřátou kovovou podložku a následného zvukového projevu – praskání. Je-li potvrzen výskyt vody v mazacím oleji, pak pomocí laboratorních metod zjišťujeme skutečné množství vody v oleji.

Obsah vody zjišťujeme pomocí těchto zkoušek [4]:

- **Vizuální zkouška**, podstatou této zkoušky je vizuální zhodnocení perfektně promíchaného vzorku oleje. Pokud vzorek oleje je průhledný znamená to, že neobsahuje vodu. V případě, že se olej zakalí, jde o vzorek oleje s přítomností vody. Tato metoda je orientační a vhodná především v provozních podmínkách.
- **Prskací zkouška**, podstatou této zkoušky je sledování vzniku bublinek v malém množství, 2–3 kapky oleje, které se kápnou na rozpálený povrch plochy o teplotě přibližně 180 °C. V případě, že v oleji není přítomna žádná vlhkost, bublinky se netvoří. Od 0,02 % obsahu vody v oleji se tvoří několik mikrobublinek uvnitř kapek. Při obsahu 0,1 % vznikají bublinky o velikosti 0,5 mm, které pozorujeme přibližně 1 až 2 s. Při obsahu 0,2 % se tvoří 1 mm velké bublinky, vyskytující se asi 3 s.

- **Coulometrická zkouška** neboli metoda Karl Fischera je definována normou ČSN ISO 760 [8]. Jde o přesnou metodu stanovení obsahu vody. Voda přítomná ve vzorku oleje reaguje s jodem, který je po průchodu proudu uvolňován v titrační nádobě.
- **Destilační zkouška** je definována normou ČSN 65 6062 [5]. Používá se pro zjištění množství vody od 0,02 % za pomoci destilace. V destilační nádobce zahříváme vzorek oleje s rozpouštědlem, které je nerozpustné ve vodě např. technický toluen a xylen. Tato metoda není tak přesná jako coulometrická metoda.

2.5 ČÍSLO ALKALITY A KYSELOSTI

Alkalita a kyselost má velký význam při posuzování kvality motorových a průmyslových olejů.

Celkové číslo kyselosti (TAN, Total Acid Number)

Číslo celkové kyselosti je množství spotřebovaného 1 mg hydroxidu draselného (KOH), které se použije na neutralizaci všech kyselých složek na gram vzorku oleje. Kyselé látky vznikají v samotném oleji, díky jeho oxidační degradaci, ke které dochází po celou dobu provozu oleje. Vysoká kyselost má za následek korozivnost olejové náplně. Číslo kyselosti je indikátor, který určuje stárnutí průmyslových olejů, proto mu věnujeme patřičnou pozornost.

Celkové číslo alkality (TBN, Total Base Number)

Číslem celkové alkality TBN se vyjadřuje množství alkalických sloučenin, které jsou obsaženy ve zkoumaném vzorku oleje. Tyto sloučeniny mají zásadní vliv na neutralizaci kyselých látek. Čím vyšší je hodnota TBN, tím déle je olej schopen neutralizovat kyselé látky a snižovat korozivní účinky.

Olejová náplň během svého provozu postupně pozbývá své alkality TBN, a navyšuje se jeho kyselost TAN. Pro zajištění dokonalé funkce olejové náplně, po celou její životnost, musí být hodnoty TBN vyšší než hodnoty TAN. Současně by neměla klesnout hodnota TBN pod 50 % hodnoty nového oleje.

Stanovení hodnot TAN a TBN

- **Titrací** – metoda je definována normou ČSN ISO 6618, základem této zkoušky je titrace kyselých sloučenin roztokem KOH na barevný indikátor. Z množství přidaného KOH se určí hodnota TAN. [18]
- **Potenciometrickou titrací** – metoda je založena na zjišťování elektro-chemických vlastností oleje, jde o moderní metodu. [18]
- **Stanovení přítomnosti kyselin a zásad rozpustných ve vodě** – metoda je definována normou ČSN 65 6071, její podstatou je vytřepání kyselin a zásad z oleje vodou nebo vodným roztokem lihu. PH metrem se určí hodnota pH vodního výtřepku. [4]

2.6 CELKOVÉ ZNEČIŠTĚNÍ

Příliš velký obsah nečistot vede ke zvýšenému opotřebení třecích povrchů a v konečném důsledku může docházet k ucpávání filtrů a poruchám hydraulických systému, pro které má čistota olejové náplně velký význam.

Zdroje nečistot [4]

- **Nečistoty primární** – vznikají při výrobě komponentů a montáži hydraulických systémů. Např., otřepy, třísky, špony, prach, vlákna z čisticích prostředků, okuje ze sváření apod.
- **Nečistoty z okolí** – pronikají do systému převážně nedokonalým těsněním pístnic a různým příslušenstvím (plnicími otvory, od vzdušňovacími otvory).
- **Nečistoty vzniklé z obvodu** – zdroje nečistot vznikají díky cirkulaci kapaliny při provozu hydraulických systému. Způsobují to převážně koroze, eroze nebo opotřebení.
- **Nečistoty vzniklé z hydraulické kapaliny** – jsou způsobeny samovolným vypařením aditivů z oleje (protioděrové přísady, disperzanty, detergenty, antioxidanty).

Pro určení celkového znečištění používáme tyto metody:

- **Stanovení mechanických nečistot, ČSN 65 6220** – podstatou metody je filtrace vzorku oleje membránovým ultrafiltrem za pomoci podtlaku. Výsledkem je hmotnost mechanických nečistot v mg na 100 ml vzorku oleje.
- **Stanovení velikosti a počtu nečistot pod mikroskopem, ČSN 65 6081** – podstatou metody je zjištění velikosti nečistot zachycených membránovým ultrafiltrem pod mikroskopem, a za pomoci okulárového měřítka je řadíme do 6 skupin:
 - 5–15 μm ,
 - 15–25 μm ,
 - 25–50 μm ,
 - 50–100 μm ,
 - > 100 μm ,
 - vlákna.

Pomocí statistické metody se určí celkový počet nečistot, který vychází ze skutečného počtu zjištěných částic na vymezené ploše membránového filtru.

- **Stanovení kódu čistoty, ČSN ISO 4406 [9]** – účelem této metody je převedení počtu částic do určených tříd a kódů, které se provádí dvěma způsoby:
 - **stanovení kódu automatickým počítačem částic (obr. 2.4)** – kód čistoty se skládá ze tří řad čísel, kde:
 - a) první číslo vyjadřuje počet částic \geq než 4 $\mu\text{m(c)/ml}$,
 - b) druhé číslo vyjadřuje počet částic \geq než 6 $\mu\text{m(c)/ml}$,
 - c) třetí číslo vyjadřuje počet částic \geq než 14 $\mu\text{m(c)/ml}$.

Příklad: kód čistoty 24/19/12 znamená, že v 1 ml vzorku oleje je 80 000 částic a max. 160 000 částic \geq než 4 $\mu\text{m(c)}$, více jak 2500 částic a max. 5000 částic \geq 6 $\mu\text{m(c)}$, více jak 20 částic a max. 40 částic \geq 14 $\mu\text{m(c)}$.

- **Stanovení kódu čistoty mikroskopem** (obr. 2.5) – se skládá ze dvou řad čísel, kde:
 - a) první číslo vyjadřuje počet částic \geq než $5\ \mu\text{m/ml}$,
 - b) druhé číslo vyjadřuje počet částic \geq než $15\ \mu\text{m/ml}$.



Obr. 2.4 – LaserCM – přenosný čítač částic [20]



Obr. 2.5 – Mikroskop [16]

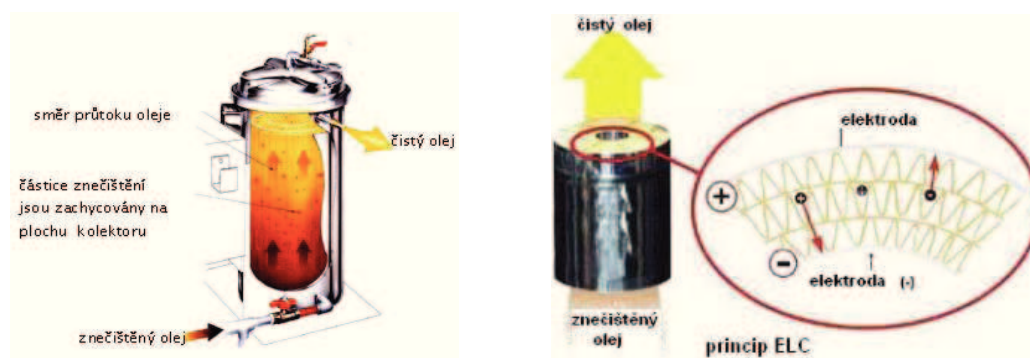
2.7 EMISNÍ SPEKTROMETRIE (ICP-OES)

Touto metodou jsme schopni určit většinu prvků periodické soustavy v analyzovaném vzorku.

Princip metody: zmlžením roztoku vzorku vzniká mlha, která je proudem argonu vedena do hořáku. Hořák udržuje argonové plazma o teplotě 6000–10000 K, za pomoci střídavého vysokofrekvenčního magnetického pole. Dochází tak k vybuzení elektronů přítomných atomů do vyšších energetických hladin. Vybuzené elektrony se vrací zpět na své původní energetické hladiny, a přitom emitují světlo o přesné vlnové délce. Monochromátor poté rozdělí zachycené světelné záření podle vlnových délek, a fotony z rozděleného světla dopadají na citlivý detektor. Detektor má za úkol měřit intenzitu dopadajícího světla a zajišťuje převod na elektrický signál. [22]

2.8 ELEKTROSTATICKÉ ČISTĚNÍ OLEJŮ

Pomocí elektrostatického čištění olejů (ELC – Electrostatic Liquid Cleaning) můžeme z olejové náplně odstranit nečistoty různého druhu, tvaru a velikostí. Odstraňuje běžné nečistoty (prachové částice, otěry, rez, apod.) a také produkty stárnutí oleje. ELC pracuje na základě Coulombova zákona. Olej, který je nevodivý, koluje v soustavě elektrod elektrickým polem. Pozitivně a negativně nabitě částice jsou přitahovány k elektrodám s opačnými náboji (obr. 2.6). Rozeznáváme tři druhy nečistot: částice s kladným a záporným nábojem a částice neutrální. [15], [17]



Obr. 2.6 – Princíp ELC [15]

3 PROBLEMATIKA SLEDOVANÉHO PROVOZU

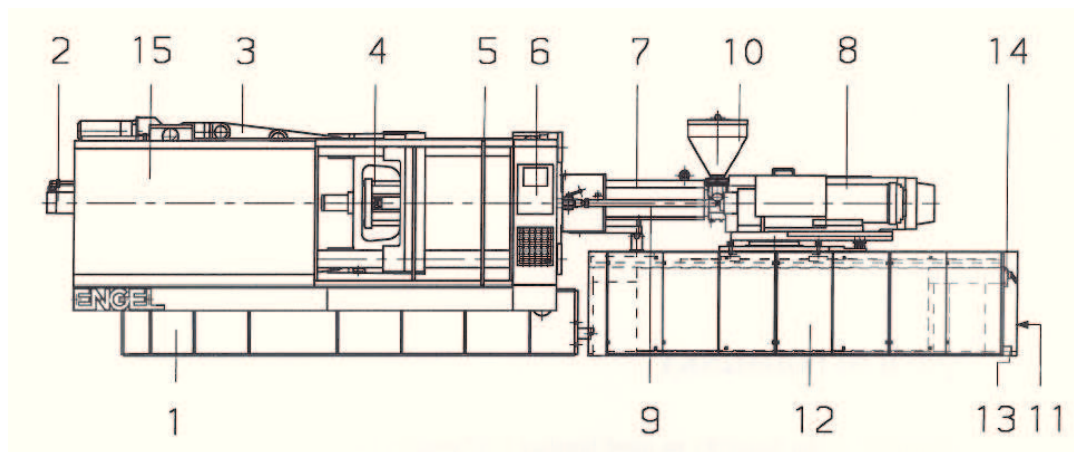
Na praktické části bakalářské práce jsem spolupracovala s firmou Visteon-Autopal, s.r.o., která je předním světovým výrobcem světelné techniky pro automobilový průmysl. V závodě Rychvald opakovaně došlo k havárii na hydraulickém systému, a to k zadření hydraulického čerpadla u vstřikovacího lisu (VL). Tyto opakující se poruchy ohrožily plynulý chod výroby a způsobily podniku finanční ztráty v řádu statisíců. Touto bakalářskou prací budu chtít, za pomoci aplikace tribodiagnostických metod a filtračního zařízení Kleentek, dosáhnout:

- zlepšení stavu olejové náplně,
- navržení optimálního plánu pro údržbu a péči o hydraulický olej,
- bezporuchového chodu stroje a zamezení neplánovaných odstávek,
- snížení nákladů na údržbu a náhradních dílů.

3.1 VSTŘIKOVACÍ LIS A JEHO VYUŽITÍ V PROVOZU

Praktická část bakalářské práce je prováděna na VL firmy Engel CZ, s.r.o., s typovým označením ES 4550/1000 K (E4), rok výroby 2001. Tento lis se používá k výrobě plastových výlisků z termoplastů, které se v plastickém stavu vstřikují do formy. Lis se skládá ze dvou hlavních částí, ze vstřikovací jednotky a z uzavírací jednotky (*obr. 3.1*). Veškerý pohyb stroje zajišťuje hydraulický systém, kde pracovní kapalinou je hydraulický olej Azolla ZS 46 o celkovém objemu 1000 litrů. Srdcem hydrauliky je asynchronní elektromotor s příkonem 75 kW pohánějící trojici pístových regulačních čerpadel. Každé čerpadlo je určeno pro daný hydraulický okruh:

- **čerpadlo P1** – zajišťuje pracovní tlak pro vstřikování, dotlak a dávkování granulátu,
- **čerpadlo P1.2** – zajišťuje pracovní tlak pro pohyblivé desky formy (uzavření, otevření),
- **čerpadlo P2** – zajišťuje pracovní tlak pro pohyb jader, vyhazovače a pohyb vstřikovacího agregátu.



Obr. 3.1 – Vstřikovací lis ES 4550/1000 K (E4)

Uzavírací část: 1 – rám uzávěru; 2 – uzavírací válec; 3 – klouby; 4 – hydraulický vyhazovač; 5 – pohyblivý kryt; 6 – mikropočítač; 15 – pevný kryt.

Vstřikovací část: 7 – plastikací válec; 8 – vstřikovací agregát; 9 – přitlačný válec trysky; 10 – násypka; 11 – hydraulika, olejová nádrž; 12 – elektro, elektronika; 13 – síťový přívod; 14 – hlavní vypínač.

Vstřikovací lis potřebuje pro výrobu plastového výlisku formu (lisovací nástroj) a vstupní granulát. Každý lis může být osazen jen určitými formami (vliv velikosti stroje). Pro každý typ výlisku existuje pouze jedna forma, takže můžeme vyrábět výlisek v jeden čas pouze na jednom stroji. Vstupní materiál je do VL dopravován automaticky ve formě granulátu ze sušícího sila, které obsahuje jen granulát daného typu a barvy. Na VL ES 4550/1000K (E4) se lisují plastové výlisky pouze z materiálu PC Lexan LS2 – čirý 1112. Náhledy plastových výlisků jsou zobrazeny v příloze (příloha A).

Plastové výlisky, které se lisují na VL ES 4550/1000K (E4):

- sklo pro mlhové světlo Škoda A5,
- sklo pro mlhové světlo Škoda A5 s denním svícením,
- sklo pro přední světlomet Škoda A5,
- sklo pro přední světlomet Škoda A4,
- sklo pro přední světlomet Ford C 307,
- sklo pro přední světlomet Ford Transit VE83,
- sklo pro přední světlomet Ford Transit V184,
- sklo pro přední světlomet Bentley BY 624.

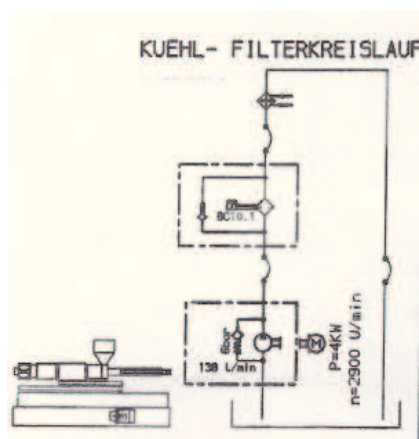
V současných provozních podmínkách, je kladen důraz na maximální vytížení stroje. Vytíženost VL udávají roční výhledy zákaznických požadavků, které jsou zapracovány do kapacitní studie. Z kapacitní studie je zřejmé, že VL, v roce 2009–2010, v třisměnném provozu je vytížen nad 90 % (obr. 3.2). Proto každá porucha takto vytíženého VL má za následek výpadek výroby, nejen samotných plastových výlisků, ale celé výrobní linky, jelikož podnik pracuje s minimálními zásobami z důvodu snižování nákladů na udržování zásob. V tomto případě jsou prostojové hodiny velmi drahé, protože musí dojít k přeplánování výroby, vznikají více náklady za přesčasové hodiny a práce o víkendech z důvodu plnění zákaznických požadavků. V případě VL (E4), kde došlo k havárii čerpadla, byl celkový prostoj na jednu havárii přibližně 15 hodin (dvě směny).

Machine Load and Capacity																								
Plant:		Autopal Rychvald / MX - HEADLAMP																						
Machine:		Injection Molding Machines - 1 000 ton													Hours Per Wee		120							
Brass Tag:		Capacity Study _ Lens													Shifts Per Weel		15							
															Weeks Per Yea		47							
Machine No.	Material PH	Program	Part Name	CT	OEE %	SPA %	Cavities	Net Pieces/ Hour	Net pieces/ Day	Net Pieces/ Weel	Weekly Volume /Cars (CPV)			Number of Toolin	Machine loads									
											2009	2010	2011		2009	2010	2011							
E4 ES 1000t 14824	PC clear	SK 341	Lens HL	65	80	8	2	82	1 957	9783	785	460	460		16%	9%	9%							
	PC clear	SK351 MP08	Lens FFL	66	80	8	4	161	3 854	19270	520	340	340		5%	4%	4%							
	PC clear	SK351 w DRL	Lens FFL	65	80	8	4	163	3 913	19566	4 600	4 200	3 600		47%	43%	37%							
	PC clear	VE 83	Lens HL	71	80	10	2	73	1 752	8762	20	20	20		0%	0%	0%							
	PC clear	C307	Lens HL	75	80	8	2	71	1 696	8479	0	500	500		0%	12%	12%							
	PC clear	V 184	Lens HL	71	80	13	2	71	1 694	8470	200	200	200		5%	5%	5%							
	PC clear	SK351	Lens HL	65	80	10	2	80	1 914	9570	850	710	685		18%	15%	14%							
	PC clear	Bentley	Lens HL	75	80	20	2	61	1 475	7373	0	161	161		0%	4%	4%							
	TOTAL CURRENT BUSS.											6 975	6 591	5 966		91%	92%	85%						
	NEW QUOTES																							
														69	85	10	2	80	1 916	9579		0%	0%	0%
TOTAL CURRENT + NEW QUOTES / replacement bussines											6 975	6 591	5 966		91%	92%	85%							

Obr. 3.2 – Kapacitní studie vstříkovacího lisu ES 4550/1000 K (E4)

3.1.1 VSTŘIKOVACÍ LIS – FILTRACE OLEJE

Filtrace hydraulického oleje na VL je řešena pomocí nízkotlakého hydraulického okruhu, který je napojen samostatně na nádrž (obr. 3.3), (obr. 3.4). Filtr je vybaven mechanickým a elektrickým ukazatelem znečištění. Mechanický ukazatel znečištění je červené tlačítko na horní straně filtru, které vyskočí při příliš vysokém diferenčním tlaku (znečištěný filtr). Elektrický ukazatel znečištění při příliš vysokém diferenčním tlaku hlásí poruchu a na displeji VL se objeví hláška „zkontroluj filtr“. Součástí nízkotlakého hydraulického okruhu filtrace je chladič oleje, který neumožňuje tento okruh samostatně odstavit, protože běží současně s vysokotlakým okruhem VL. Při zapnutí hydrauliky stroje se automaticky rozběhne i filtrace oleje.



Obr. 3.3 – Schéma hydraulického nízkotlakého okruhu



Obr. 3.4 – Nízkotlaký filtr

3.2 TECHNICKÝ STAV LISU – PRVNÍ HAVÁRIE

V lednu roku 2009 se, z důvodu nedostačujících výrobních kapacit, do závodu Rychvald přivezl starší vstřikovací lis, který byl v provozu v Novém Jičíně od roku 2001. Při stěhování se musel lis oddělit na dvě části (uzavírací a vstřikovací) a odčerpat všechny hydraulický olej z nádrže. Celou akci prováděli pracovníci TS Visteon-Autopal, s.r.o., Nový Jičín, kteří se věnují pouze tomuto účelu a jsou patřičně vybaveni na tento typ práce.

Pro představu zde uvádím základní technické údaje lisu:

- celkové rozměry: $(8,9 \times 2,5 \times 2,4)$ m,
- hmotnost vstřikovací jednotky: 12 000 kg,
- hmotnost uzavírací jednotky: 32 000 kg.

Po spojení obou jednotek se přečerpál zpět hydraulický olej do nádrže. Tento proces už má značný vliv na vniknutí nečistot z okolního prostředí. Při převodu VL, mezi závody, se problematikou znečištěného oleje nikdo blíže nezabýval a nepřipouštěl si možnost budoucích problémů. Po napojení VL na jeho periférie byl lis zprovozněn za asistence servisního technika (ST) firmy Engel CZ, s.r.o.

V březnu se objevila první porucha hydraulického systému. Přivolaný ST upravil parametry čerpadla a provedl jeho kalibraci. VL byl v činnosti další tři měsíce.

Po uplynutí třech měsíců, v květnu, došlo k zastavení VL z důvodu nedostatku tlaku na čerpadle P2. Přivolaný ST konstatoval vadný 3. stupeň čerpadla a provedl jeho výměnu. Tato porucha zatížila firmu náklady na pořízení nového čerpadla. Cena nového čerpadla je 150 000 Kč bez DPH (*příloha F*). Lis byl zprovozněn a vadné čerpadlo bylo předáno k podrobné analýze, kterou provedla firma Engel CZ, s.r.o. Výsledkem bylo zadřené čerpadlo z důvodu znečištěného oleje. Po obdržení této informace, byl proveden kontrolní odběr oleje.

3.3 PRVNÍ ODBĚR VZORKU – NÁDRŽ

Firma Visteon-Autopal, s.r.o., oslovila firmu Koma-Industry, s.r.o., a v červnu byl odebrán první vzorek hydraulického oleje. Odběr vzorku byl proveden při celkovém provozním čase stroje 46 919 hodin. Odběrným místem byla nádrž. U tohoto odběru jsem nebyla přítomná, a nemohu říct, zda při odběru vzorku byl VL v provozu, a jakým způsobem byl vzorek z nádrže odebrán. Nádrž není vhodným odběrným místem pro objektivní analýzu, jelikož nemusí být zaručen reprezentativní vzorek oleje. Rozbory ukázaly, že olej vykazuje vyšší třídu znečištění – kód čistoty 17/14, dle ČSN ISO 4406/87 [9], než doporučuje výrobce stroje maximálně – kód čistoty 16/13 (*tab. 3.1*), (*obr. 3.5*). Zkušební protokol číslo 35/06/09 je součástí přílohy (*příloha B*).

Tab. 3.1 – První odběr vzorku – nádrž

	Datum odběru 3.6.2009	Doporučená hodnota výrobce stroje	Norma
Kód čistoty	17/14	16/13	ČSN ISO 4406/87
Počet $\geq 5 \mu\text{m}$	984	640	ČSN ISO 4406/87
Počet $\geq 15 \mu\text{m}$	105	80	ČSN ISO 4406/87
Obsah Fe [ppm]	-	25	ČSN EN 14538



Obr. 3.5 – Štítek ze vstřikovacího lisu – kód čistoty stanovený výrobcem

Na základě výsledků byla firmou Koma-Industry, s.r.o., doporučena filtrace oleje. Filtrační jednotka Kleentek byla napojena na nádrž vstřikovacího lisu a po dobu 10 dnů, za stálého provozu, filtrovala olej v nádrži. Po této filtraci se již kvalitou oleje dále nikdo nezabýval.

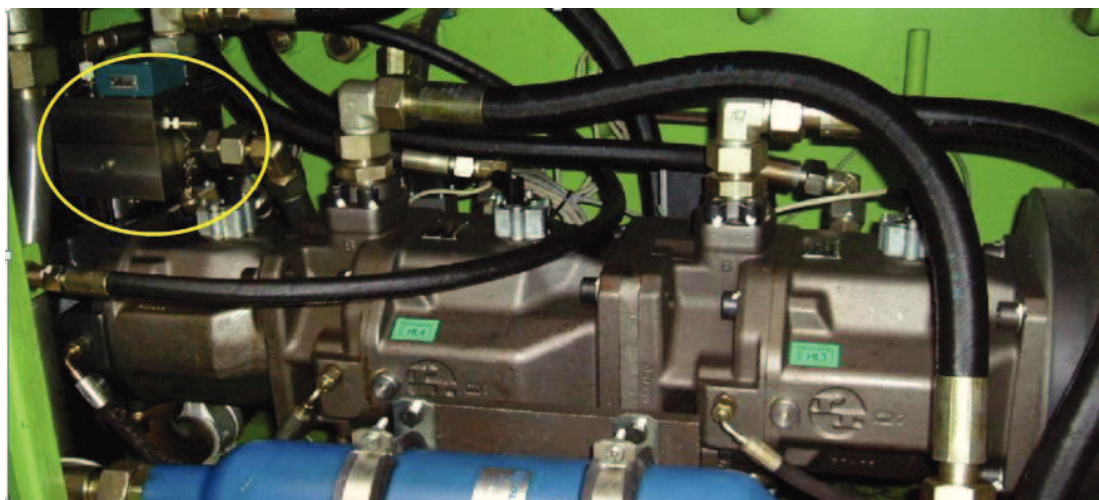
3.4 TECHNICKÝ STAV LISU – DRUHÁ HAVÁRIE

Po pěti měsíčním provozu VL se objevuje opět porucha tlaku na čerpadle P2. Přivolaný ST firmy Engel CZ, s.r.o., znovu diagnostikuje zadření čerpadla P2. Tato porucha se vyskytla již po druhé a zatížila, opět, firmu Visteon-Autopal, s.r.o., finančními náklady na pořízení nového čerpadla = 150 000 Kč bez DPH (příloha F). Porucha zapříčinila neplánovanou odstávku stroje a zastavila plynulý chod výrobní linky. Současně s výměnou čerpadla se v hydraulickém systému provedla výměna nízkotlakého olejového filtru a olejové náplně.

3.5 DRUHÝ ODBĚR VZORKU – ZA ČERPADLEM

Z důvodu nevyřešené příčiny havárie jsem navrhla provést kontrolní odběr vzorku oleje s požadavkem na základní chemicko-fyzikální rozbor, čistotu a přítomnost otěrových kovů.

V říjnu 2009, čtrnáct dnů po výměně čerpadla a olejové náplně, jsme provedli kontrolní odběr vzorku oleje. Celkový počet odpracovaných hodin stroje byl 48 076 hodin. Z toho stroj odpracoval 115 provozních hodin s novým olejem. Provozní teplota oleje při odběru vzorku byla 45 °C. Stroj pracoval v automatickém režimu výroby a hydraulický okruh běžel více jak 24 hodin. Odběr a rozbor vzorku provedla pracovnice firmy Koma-Industry, s.r.o., za spolupráce technického servisu Visteon-Autopal, s.r.o. Vzorek oleje byl odebrán z tlakové části za čerpadlem (obr. 3.6), z místa kde se provádí kontrolní měření tlaku.



Obr. 3.6 – Čerpadlo se znázorněným místem odběru

Tyto kontrolní tlakové body jsou na stroji jedinými možnými odběrnými místy (obr. 3.7), kde lze vzorky oleje odebrat. Výrobce stroje neuvažuje o provádění pravidelných analýz oleje, pouze předepisuje výměnu hydraulického oleje přibližně po 5000–6000 provozních hodinách. Z tohoto důvodu není stroj přizpůsoben k ideálnímu odběru vzorku oleje, dle normy ČSN 65 6207. [6]



Obr. 3.7 – Detail odběrného místa



Obr. 3.8 – Odebírání vzorku oleje

Po proplachu odběrného místa, asi 500 ml oleje, jsme odebrali 200 ml vzorku, do předem připravené a označené nádoby. K odběru jsme použili plastovou uzavíratelnou nádobku s širokým hrdlem o objemu 500 ml, na kterou jsme napsali pořadové číslo odběru – č. 1 (*obr. 3.8*). Všechny potřebné údaje, k odebranému vzorku, si pracovnice firmy Koma-Industry, s.r.o., zaznamenala do poznámkového bloku:

- **číslo odběru:** 1,
- **název stroje:** vstřikovací lis Engel 4,
- **typ a číslo stroje:** ES 4550/1000K, 43939, i. č. 14824,
- **typ a název oleje:** hydraulický, Azolla ZS 46,
- **místo odběru:** za čerpadlem,
- **datum odběru:** 13.10.2009,
- **počet provozních hodin:** 115 mth,
- **odebral:** Haburová,
- **označení požadovaných rozborů:** zákl. chemicko-fyzikální rozbor, čistota, otěrové kovy.

3.5.1 VÝSLEDEK ROZBORU

Zpracování analýzy provedla firma Koma-Industry, s.r.o. Měřený olej na základní chemicko-fyzikální parametry vyhověl. Olejová náplň, ale nevyhovuje ve třídě znečištění s kódem čistoty 18/15, dle ČSN ISO 4406/87 [9], (číslo protokolu 68/10/09, *příloha C*). Toto znečištění je větší než před výměnou oleje a odběrem z června 2009 (číslo protokolu 35/06/09, *příloha B*), kdy byl kód čistoty 17/14, dle ČSN ISO 4406/87 [9]. Dále byl olej, pomocí metody atomové emisní spektrofotometrie ČSN EN 14 538, podroben zkoušce na přítomnost otěrových kovů (Fe, Al, Cr, Cu, Si, Na). Překročena je limitní hodnota železa 25 ppm na hodnotu 58,9 ppm (*tab. 3.2*). Protokol o zkoušce číslo 68/10/09 je součástí přílohy (*příloha C*).

Tab. 3.2 – Výsledek rozboru druhého odběru za čerpadlem

	Datum odběru 3.6.2009	Po výměně olejové náplně datum odběru 13.10.2009	Doporučená hodnota výrobce stroje	Norma
Kód čistoty	17/14	18/15	16/13	ČSN ISO 4406/87
Počet $\geq 5 \mu\text{m}$	984	2563	640	ČSN ISO 4406/87
Počet $\geq 15 \mu\text{m}$	105	299	80	ČSN ISO 4406/87
Obsah Fe [ppm]	-	58,9	25	ČSN EN 14 538

Firma Koma-Industry, s.r.o., na základě provedené analýzy a zjištěných výsledků doporučila filtraci olejové náplně a kontrolu hydraulického obvodu. Obdržený zkušební protokol jsem konzultovala s pracovníkem technického servisu. Jelikož je kontrola hydraulického obvodu časově a technicky náročná, dohodli jsme se na zapojení filtrační jednotka Kleentek (ELC-R50SP) na VL s nepřetržitým filtrováním olejové náplně po dobu 10 dnů. Filtrační jednotku Kleentek jsme napojili do olejové nádrže. Konec sací hadice jsme umístili na dno nádrže a konec druhé hadice s přefiltrovaným olejem pod hladinu oleje v nádrži. (*obr. 3.9*).



Obr. 3.9 – Zapojená filtrační jednotka Kleentek (ELC-R50SP)

3.6 TŘETÍ ODBĚR VZORKU – ZA ČERPADLEM

V listopadu 2009 byl proveden třetí, kontrolní, odběr vzorku olejové náplně s požadavkem na základní chemicko-fyzikální rozbor, čistotu a přítomnost otěrových kovů. Vzorek byl odebrán po provedené filtraci oleje s měsíčním provozem vstřikovacího lisu za shodných podmínek a na stejném odběrném místě jako u předcházejícího odběru. Tzn., lis měl provozní teplotu a odběrným místem byla tlaková část za čerpadlem. Celková provozní doba stroje byla 48 238 h.

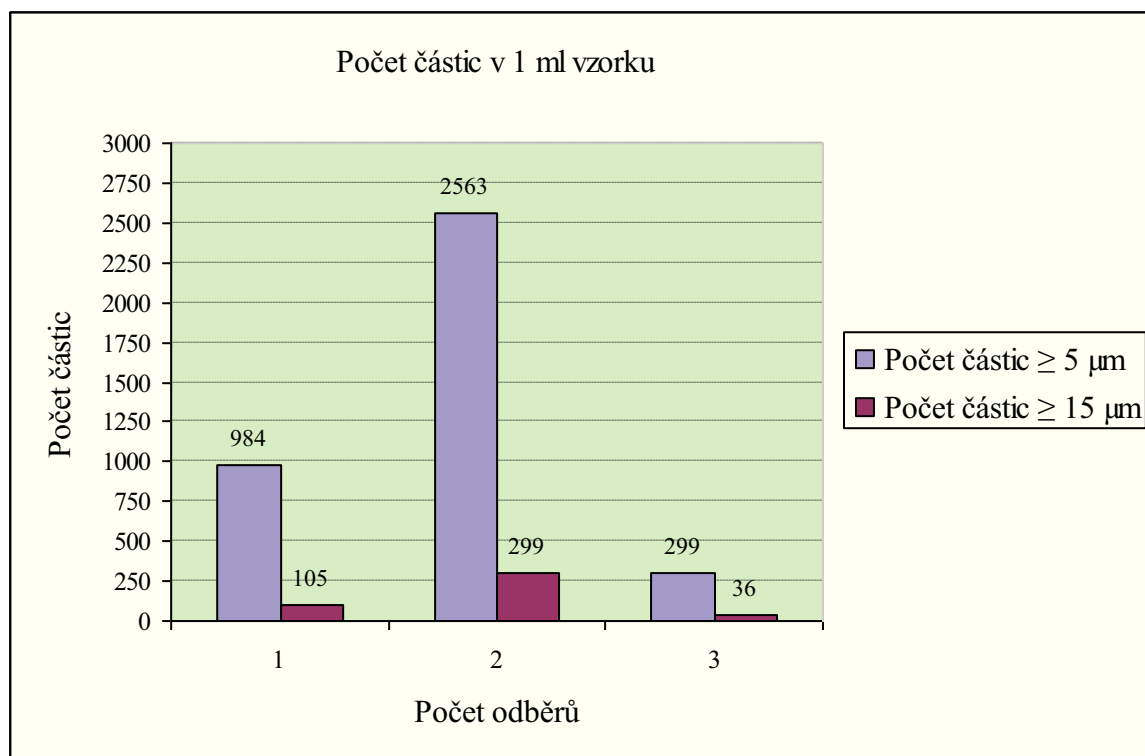
3.6.1 VÝSLEDEK ROZBORU

Vzorek oleje vyhověl na základní chemicko-fyzikální parametry. Čistota olejové náplně vykazuje výrazné zlepšení a hodnota kódu čistoty je pod hranicí, kterou doporučuje výrobce VL. Množství otěrových kovů (Fe, Al, Cr, Cu, Si, Na) v olejové náplni je také pod hranicí mezních hodnot dle ČSN EN 14 538 (*tab. 3.3*). Na základě těchto výsledků firma Koma-Industry, s.r.o., doporučila další provoz VL se současnou olejovou náplní bez dalšího zásahu.

Tab. 3.3 – Výsledky rozboru třetího odběru za čerpadlem

	Datum odběru 13.10.2009	Po filtraci datum odběru 19.11.2009	Doporučená hodnota výrobce stroje	Norma
Kód čistoty	18/15	15/12	16/13	ČSN ISO 4406/87
Počet $\geq 5 \mu\text{m}$	2563	299	640	ČSN ISO 4406/87
Počet $\geq 15 \mu\text{m}$	299	36	80	ČSN ISO 4406/87
Obsah Fe [ppm]	58,9	4	25	ČSN EN 14538

Na (obr. 3.10) je znázorněn graf, který zobrazuje množství nečistot jednotlivých odběrů.



Obr. 3.10 – Graf zobrazující množství nečistot jednotlivých odběrů

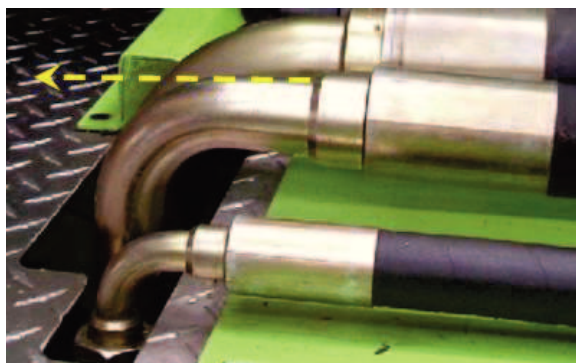
4 NEGATIVNÍ VLIVY NA TECHNICKÝ STAV STROJE A ČISTOTU OLEJE

Po sumarizaci všech dat bych chtěla poukázat na některé kroky, které byly chybně provedeny a měly negativní dopad na technický stav VL, na postup a řešení problému.

Dle mého názoru první chyba nastala již při převodu lisu ze závodu Nový Jičín do závodu Rychvald, kde se pracovníci TS nezajímali o aktuální stav a čistotou olejové náplně. Po zprovoznění lisu se mohl provést odběr vzorku a posoudit tak stav olejové náplně. Náklady na provedení analýzy jsou minimální, přibližně 1 200 Kč (*příloha G*) za jeden rozbor, oproti vynaloženým nákladům za náhradní díly, cena nového čerpadla je 150 000 Kč bez DPH (*Příloha F*). Vzhledem k tomu, že šlo o opakující se poruchu, celkové náklady za pořízení nových čerpadel, během půl roku, činily 300 000 Kč bez DPH.

Další chybou mohl být první odběr vzorku, který byl odebrán z nádrže. Domnívám se, že tímto odběrem došlo k neobjektivnímu vyhodnocení vzorku oleje vůči skutečnému stavu olejové náplně ve VL. Kdyby byl vzorek odebrán z vratného potrubí do nádrže, výsledky by vykazovaly větší výskyt nečistot. Toto tvrzení nemohu potvrdit, jelikož jsem se prvního odběru vzorku neúčastnila a nevím, zda byl stroj v provozu a jakým způsobem byl vzorek z nádrže odebrán.

Svou přítomností u odběrů vzorků jsem se přesvědčila, že odběry jsou prováděny z částí stroje, které nejsou vhodné a nesplňují požadavky na optimální vzorek oleje. Na vině může být osoba, která vzorek odebírá nebo nevyhovující konstrukce stroje. Na VL od firmy Engel CZ, s.r.o., nelze odebrat ideální vzorek bez úpravy na hydraulickém vedení. U zkoumaného VL nebylo dosud nalezeno místo, které znečišťuje celý hydraulický systém. Kdyby na zpětném potrubí, z každého hydraulického uzlu, byly instalovány odběrné kohouty, mohli bychom přesněji lokalizovat místo, které je zdrojem nečistot celého hydraulického obvodu. Odběrné kohouty je nutné umístit v 90° ohybech (*obr. 4.1*), kde dochází k turbulentnímu proudění, které nám zaručuje maximální obsah nečistot.



Obr. 4.1 – Vhodné místo pro instalaci odběrných kohoutů

V záznamech údržbářského systému MAXIMO (*Příloha E*) jsem nedohledala záznamy o vyčištění olejové nádrže a proplachu hydraulického systému (čistým olejem). Předpokládám, že to nebylo provedeno z ekonomických a časových důvodů. Z toho vyplývá, že nečistoty usazené v potrubí a na dně nádrže dále kolují v systému a podílí se na opotřebení součástí. To dokazuje provedený rozbor (*tab. 3.2*), číslo protokolu (68/10/09, *Příloha C*), který byl odebrán po výměně oleje.

Po každém provedeném rozboru byla nasazena filtrační jednotka Kleentek, která dokáže z oleje odstranit nečistoty různého druhu, tvaru a velikosti. Filtrací oleje sice dojde ke snížení nečistot, ale po ukončení filtrace olejové náplně se koncentrace nečistot opět zvyšují. Pokud nepátráme po zdroji nečistot, tak pouze udržujeme VL v nějakých mezích provozu schopného stavu a oddalujeme další havárii. To dokazuje dvakrát po sobě opakující se porucha hydraulického čerpadla.

Další možný zdroj znečištění hydraulického systému může způsobovat také okolí. Na výrobní hale je vybudován rozvod vzduchotechniky, který zajišťuje výměnu vzduchu. Nejen tato vzduchotechnika, ale také i samotné pohyby částí lisu mohou způsobovat víření prachových částic a jejich usedání na písty. Tomuto jevu nelze zabránit. Další možností vzniku nečistot do hydraulického systému může být způsobeno nedodržováním technologické kázně pracovníků TS, kteří zajišťují opravy hydraulických systému, doplňování a filtrování oleje do VL.

4.1 NÁVRH PLÁNU ÚDRŽBY OLEJOVÉ NÁPLNĚ

Z informací načerpaných studiem a z řešení problému, znečištění olejové náplně v praxi, doporučuji pro následný provoz VL a údržbu jeho olejové náplně tyto pravidla:

- instalovat odběrné kohouty na zpětné potrubí každého hydraulického uzlu na VL,
- provádět pravidelné analýzy oleje s půlročním intervalem,
- aplikovat filtrační jednotky Kleentek dle výsledků analýz olejů,
- při zvýšené koncentraci nečistot a kódu čistoty $\geq 16/13$ (ČSN ISO 4406/87) [9] na VL provést další kontrolní měření z ostatních odběrných míst, z důvodu identifikace místa znečištění,
- při identifikaci místa znečištění, odstavit stroj a provést kontrolu – opravu hydraulického uzlu, s následným kontrolním měřením,
- výměnu olejové náplně v případě nesplnění chemicko-fyzikálních parametrů a velkého obsahu nečistot – kód čistoty $\geq 18/15$ (ČSN ISO 4406/87) [9]. V příloze je uvedena tabulka pravděpodobnosti nebezpečí poruch [19] (příloha H),
 - v případě výměny olejové náplně vyčistit nádrž, vyměnit nízkotlaký filtr a provést proplach hydraulického systému,
 - vypustit proplachový olej a provést vysušení hydraulického systému,
 - naplnit hydraulický systém novým olejem přes plnicí zařízení s vlastní filtrací,
 - po dobu 5 dnů aplikovat filtrační jednotku Kleentek, z důvodu, že nová olejová náplň obsahuje nečistoty a velké množství detergentních a disperzantních složek.

5 ZÁVĚR

Seznámila jsem se s problematikou tématu a vyhledala informace o tribotechnické diagnostice, která je založena na pravidelném provádění analýz z odebraných vzorků maziv sledovaného objektu. Analýzou sledujeme kvalitu a čistotu maziva a získáváme tak důležité informace o probíhajících dějích ve strojním objektu. Tím můžeme prodloužit životnost strojů, omezit odstávky výroby a optimalizovat plánovanou činnost údržby. Tribodiagnostika se stala součástí moderní údržby.

Ve své práci jsem se zabývala technickým stavem lisu, na kterém se v časovém úseku půl roku vyskytly dvě shodné havárie čerpadla. Příčinou havárie čerpadel byl znečištěný olej. Aplikací tribodiagnostiky a nasazením filtrační jednotky Kleentek jsem chtěla dosáhnout vyhovující čistoty olejové náplně.

Toho lze dosáhnout za předpokladu, že vzorky oleje budou odebírány z míst, kde je zajištěn maximální výskyt nečistot. Tento předpoklad jsem vysledovala z prvního rozboru oleje, kde odběrným místem byla nádrž. I přesto, že byla nasazena filtrační jednotka Kleentek, a olej byl filtrován po dobu deseti dní, došlo ke druhé havárii. Důvody druhé havárie přisuzuji právě nevhodně zvolenému místu odběru vzorku, kde olej vykazoval znečištění 17/14, dle ČSN ISO 4406/87 [9]. Doporučená maximální hranice výrobcem je 16/13, ČSN ISO 4406/87 [9]. Díky neobjektivnímu výsledku byl zvolen chybný postup péče o olejovou náplň a byla provedena pouze filtrace oleje. Aplikace filtrační jednotky poskytla pouze dočasné řešení problému.

Po výskytu druhé havárie byla vyměněna olejová náplň, od které se očekávalo, že v hydraulickém systému nebudou přítomny nečistoty. Protože nebyl zjištěn zdroj nečistot, nechala jsem provést další rozbor oleje se zaměřením na otěrové kovy. Na základě studijních poznatků jsem chtěla vzorek odebrat z míst, kde by byl zaručen reprezentativní výskyt nečistot. Vstřikovací lis není těmito místy vybaven, a proto byl vzorek odebrán z kontrolního bodu tlaku za čerpadlem. I přesto, že byla provedena výměna olejové náplně, rozbor prokázal znečištění 18/15 dle ČSN ISO 4406/87 [9], s překročením limitní hodnoty železa. Tento vysoký výskyt nečistot přisuzuji chybné výměně oleje, kde nebyla vyčištěna nádrž s následným proplachem hydraulického systému. Dalším důležitým faktem je, že se nikdo nezabýval zdrojem nečistot, a to pravděpodobně z důvodu technické a časové náročnosti.

Pokud se na vstřikovací lis nenainstalují potřebná odběrná místa, nebude technicky možné, v pracovním cyklu stroje, zdroj nečistot nalézt. Ze sledování zkoumaného objektu a z dostupných informací jsem navrhla postup, který bych doporučila v budoucnu využít k péči o hydraulický olej.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠAFR, E. *Technika mazání*. Praha 1 : SNTL - Nakladatelství technické literatury, n.p., 1970. ISBN-04-010-70.
- [2] ŠTĚPINA V., VESELÝ V. *Maziva a speciální oleje*. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied., 1980. ISBN-71-035-80.
- [3] ŠTĚPINA V., VESELÝ V. *Maziva v tribologii*. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied., 1985. ISBN 71-059-85.
- [4] ZIEGLER, J., HELEBRANT, F. a MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika a spolehlivost díl I. Tribodiagnostika*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80–7078–883–6.

- [5] ČSN 65 6062 *Stanovení obsahu vody*. Praha: Český normalizační institut, 1981.
- [6] ČSN 65 6207 *Odběr vzorků pro stanovení obsahu mechanických nečistot*. Praha: Český normalizační institut, 1986.
- [7] ČSN 65 6216 *Stanovení kinematické viskozity a výpočet dynamické viskozity*. Praha: Český normalizační institut, 1982.
- [8] ČSN ISO 760 *Stanovení vody – Metoda Karl Fischera (Všeobecná metoda)*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [9] ČSN ISO 4406 *Hydraulické kapaliny – Kapaliny – Metoda kódování úrovně znečištění pevnými částicemi*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [10] ČSN EN 57 *Stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku podle Abela-Penskyho*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [11] ČSN EN ISO 2592 *Stanovení bodu vzplanutí a bodu hoření – Metoda otevřeného kelímku podle Clevelanda*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [12] ČSN EN ISO 2719 *Stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku podle Penskyho-Martense*. Praha: Český normalizační institut, 2004.

- [13] CMMS. *Deset nejčastějších důvodů proč programy analýzy olejů selhávají a strategie, které tyto důvody účinně překonávají*. [Online] [Citace: 12. 2. 2011] Dostupné z URL - http://www.cmms.cz/archiv-clanku/doc_download/8-deset-nejastjich-dvod.html.





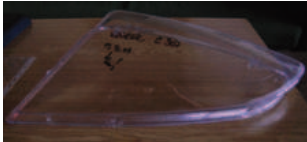



- [14] CMMS. *Vlastnosti motorových olejů, Viskozita*. [Online] [Citace: 20. 1. 2011]
Dostupné z URL – http://oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju2.
- [15] KLEENTEK. *Princip ELC*. [Online] [Citace: 7. 4. 2011] Dostupné z URL - http://www.kleentek.eu/page.php?reference_name=princip_elc.
- [16] KOMASYSTEM. *Oddělení diagnostiky strojů a zařízení*. [Online]
[Citace: 27. 3. 2011] Dostupné z URL – <http://www.komasystem.cz/loziska/obchodni-cinnost/technologicke-centrum/oddeleni-diagnostiky-stroju-a-zarizeni.html>.
- [17] MMSPEKTRUM. *Moderní metody čištění hydraulických olejů*. [Online]
[Citace: 7. 4. 2011] Dostupné z URL – <http://www.mmspektrum.com/clanek/moderni-metody-cisten-hydraulicky-oleju>.
- [18] OLEJE. *Vlastnosti motorových olejů, Díl čtvrtý - Kyselost a alkalita olejů*. [Online]
[Citace: 20. 1. 2011] Dostupné z URL – http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju4.
- [19] RECOMA. *Tabulka pravděpodobnosti nebezpečí poruch*. [Online]
[Citace: 17.5. 2011] Dostupné z URL – <http://www.recoma.cz/tabulka-pravdepodobnosti-nebezpeci-poruch>
- [20] TROMA-MACH. *Přístroje na monitorování stavu hydraulických kapalin*. [Online]
[Citace: 27. 3. 2011] Dostupné z URL – <http://www.troma-mach.cz/Downloads/profesionalni-pristroje-pro-monitorovani-stavu-hydraulicky-kapalin-a-diagnostiku-hydraulickeho-obvodu9.pdf>.
- [21] VSCHT. *laboratorní práce: Stanovení bodu vzplanutí*. [Online] [Citace: 7. 1. 2011]
Dostupné z URL - <http://www.vscht.cz/ktt/studium/predmety/lap/bodvzpl.pdf>.
- [22] WIKIPEDIE. *ICP - OES*. [Online] [Citace: 6. 4. 2011] Dostupné z URL – <http://cs.wikipedia.org/wiki/ICP-OES>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A:	Přehled výrobků lisovaných na vstřikovacím lise ES 4550/1000 K	42
Příloha B:	Zkušební protokol č. 35/06/09	43
Příloha C:	Protokol o zkoušce č. 68/10/09	44
Příloha D:	Protokol o zkoušce č. 67/11/09	45
Příloha E:	Přehled pracovních příkazů – Maximo	46
Příloha F:	Cenová nabídka hydraulického čerpadla P2 od firmy Engel CZ, s.r.o	47
Příloha G:	Cenová nabídka rozboru oleje	48
Příloha H:	Tabulka pravděpodobnosti nebezpečí poruch	49

PŘÍLOHA A

Tab. 1 – Přehled výrobků lisovaných na VL – ES 4550/1000 K

Model vozu	Dílec	Náhled	Materiál
mlhové světlo Škoda A5 s denním svícením	sklo		PC clear
mlhové světlo Škoda A5	sklo		PC clear
přední světlomet Škoda A5	sklo		PC clear
přední světlomet Škoda A4	sklo		PC clear
přední světlomet Focus C307	sklo		PC clear
přední světlomet Ford Transit VE83 starý	sklo		PC clear
přední světlomet Ford Transit V184 nový	sklo		PC clear
přední světlomet Bentley BY62X Led	sklo		PC clear

PŘÍLOHA B



Diagnostika strojů a zařízení

Ruská 514/41, 763 00 Olomouc-Vřetovice

Tel.: +420 593 953 633, Fax: +420 596 239 318

Zkušebny a laboratoře s činností uznanou ŠCZL, poč.č.071

Zkušební protokol č. 35/06/09

Firma	Visteum-Autopark s.r.o.	 ISO 9001 REGISTERED QUALITY SYSTEM ISO 14001 REGISTERED EMS
kontaktní osoba	p. Dušan Galčík	
kontakt		
Strojní zařízení	Vstřikovač lis	
Typ	ENGEL 4 - Hala MX	
evidenční č.	148 24	
strojní uzel	Hydraulika	
místo odběru	Nádrž	
Vzorek č.	10,	
Název	Hydraulický olej - AZOLLA ZS 46	
odebran dne	3.6.2009	
odebral	Haburová	
dodan ke zkouškám	4.6.2009	
doba provozu	46 919 hod.	
náplň		

Výsledky měření				
Ukazatel jakosti	Rozměr	Norma	Požadovaná hodnota	Naměřená hodnota
Kinematická viskozita				
při 40°C	mm²/s	EN ISO 3104	41,4 - 50,6	46,80
Bod vzplanutí COC	°C	EN ISO 2592	230	225
Obsah vody	%	EN ISO 12937	max. 0,05	0,00
Číslo kyselosti	mg KOH/g	EN ISO 6618	max. 1,5	0,51
Kod čistoty		NAS 1638	tt. 8	tt. 9
Kod čistoty		EN ISO 4406:87	tt. 16/13	tt. 17/14
Druhý měřič			Železo, prachové částice	
Obsah částic				
velikosti 5 µm	počet/ml	EN ISO 4406		984
velikosti 10 µm				274
velikosti 15 µm				105
velikosti 25 µm				25
velikosti 30 µm				14
velikosti 40 µm				5
velikosti 50 µm				2
ICP-Optická emisní spektrometrie				
Cu - Měď	ppm			
Fe - Železo				
Si - Křemík				
Zhodnocení - doporučení				
Z výsledků měření lze konstatovat, že olejová náplň nevyhovuje ve třídě znečištění; doporučujeme filtraci olejové náplně.				

V Olomouci dne: 19.6.2009

Měřil: Haburová, Gwondová
Zpracoval: Haburová



Ing. Jaroslav Gellner v.r.

PŘÍLOHA C



KOMA - Ložiska s.r.o.

Diagnostika strojů a zařízení

Tribotechnická laboratoř



PROTOKOL O ZKOUŠCE

Č.68/10/09

FIRMA		VZOREK		
Název	Viscom-Autopal Rychvald	Číslo	1	
Stádo	Rychvald	Typ oleje	Hydraulický	
Kontakt	p. Galík Duřan	Název	AZOLIA ZS 46	
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN	5152-4/II-HLP	
Název	Vstřikovací lis ENGEL 4	Specifikace ISO	6743/4 HM	
Typ	ES 4550/1000K	Specifikace SAE		
Výrobní číslo	43939 LŽ. 14824	jiná specifikace		
Strojní uzel	Hydraulický obvod	Místo odběru	za čerpadlem	
Množství provozní kapaliny		Datum odběru	13.10.2009	
Doba provozu od posl. výměny	14 dnů	Odběrní	Habarová	
Doba provozu celkem	od posl. výměny 115 mth	Datum dojení	13.10.2009	
V průběhu provozu doplňuje				
VÝSLEDKY ZKOUŠEK				
Parametr/kvalita	Rozměr	Norma	Požadovaná hodnota	Výsledek stanovení
Barva, vzhled		ČSN ISO 2049		
Kinematická viskozita při 40°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104	41,4-50,6	46,80
Kinematická viskozita při 100°C	mm²/s	ČSN EN ISO 3104		
Viskozitní index	-	ČSN ISO 2909		
Bod vzplanutí COC	°C	ČSN EN ISO 2592	232	220
Bod teklutosti	°C	ČSN ISO 3016		
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618	max. 1,3	0,57
Obsah vody	mg/kg	ČSN EN ISO 12937	max. 0,05	0,00
Celkové množství nečistot	mg/100cm³	ČSN 65 6220		
Druh nečistot	-	metodika		
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406	0: 16/13	0: 16/15
	-	SAE AS4059 (NAS 1638)	0: 8	0: 10
Distribuce částic				
≥5 µm	částic v 1ml	ČSN ISO 4406	040	2 563
≥15 µm			60	299
5 µm ±15 µm				
15 µm ±25 µm	částic ve 100 ml	SAE AS4059		
25 µm ±50 µm				
50 µm ±100 µm				
>100 µm				
5 µm				2 005
10 µm				558
15 µm				214
25 µm	částic v 1ml			51
50 µm				29
40 µm				11
50 µm				5
Analýza FT-IR				
Prvková analýza ICP-OES dle ČSN EN 14538				
obsah Fe	ppm		25	58,9
obsah Al	ppm		15	<0,55
obsah Cr	ppm		15	-
obsah Cu	ppm		25	13,3
obsah Si	ppm		20	11,6
obsah Na	ppm		80	-
ZHODNOCENÍ				
Měřený vzorek je z hlediska požadavků na základní chemicko-fyzikální rozbor vyhovující, z hlediska požadavků na čistotu a odtřevě kovy je nevyhovující. Překročena je hodnota železa a parametr obsahu křemíku je již ve zvýšené oblasti.				
DOPORUČENÍ				
Doporučujeme útlakovou olejovou náplň a kontrolu hydraulického obvodu.				
Měří:	Habarová, Gvozdnová	Za KOMA Ložiska s.r.o. Ing. Jaroslav Gálík s.r.o. ved. odb. Diagnostika strojů a zařízení		
Zpracoval:	Habarová			
Datum:	V Ostravě dne 19.10.2009			

PŘÍLOHA D



KOMA - Ložiska s.r.o.
Diagnostika strojů a zařízení
Tribotechnická laboratoř



ISO 9001
REGISTERED QUALITY SYSTEM



ISO 14001
REGISTERED EMS

PROTOKOL O ZKOUSCE Č. 67/11/09

FIRMA		VZOREK		
Název	Vistron-Autopal Rychvald	Číslo	12	
Sídlo	Rychvald	Typ oleje	Hydraulický	
Kontakt	p. Galík Dušan, 596 588 603	Název	AZOLLA ZS 46	
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN	51524/II-HLP	
Název	Vstříkací lis ENGEL - E 4	Specifikace ISO	6743/4 HLM	
Evidenční číslo	14 824	Specifikace SAE		
Výrobní číslo	43 939	Jiná specifikace		
Strojní uzel	Hydraulický obvod	Místo odběru	za čerpadlem	
Množství provozní náplně		Datum odběru	19.11.2009	
Doba provozu od poslední výměny		Odebral	Haburová	
Doba provozu celkem	48 238 hod.	Datum dodání	19.11.2009	
V průběhu provozu doplněno				
VÝSLEDKY ZKOUŠEK				
Parametr kvality	Rozměr	Norma	Požadovaná hodnota	Výsledek stanovení
Barva, vzhled		ČSN ISO 2049		
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	41,4-50,6	45,10
Kinematická viskozita při 100°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104		
Viskozitní index	-	ČSN ISO 2909		
Hod. vzplanutí COC	°C	ČSN EN ISO 2592	212	220
Hod. teploty	°C	ČSN ISO 3016		
TAN (č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618	max. 1,3	0,76
Obsah vody	% hm.	ČSN EN ISO 12937	max. 0,05	0,00
Celkové množství nečistot	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		
Druhy nečistot	-	metodika		
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406	st. 16/13	st. 15/12
	-	SAE AS4059 (NAS 1638)	st. 8	st. 7
Distribuce částic				
>5 µm	částic v 1ml	ČSN ISO 4406	640	299
>15 µm			80	36
5 µm				254
10 µm				65
15 µm				25
25 µm	částic v 1ml			6
30 µm				3
40 µm				1
50 µm				1
Analýza FT-IR			vysokoteplotní antioxidanty	
Prvková analýza ICP-OES dle ČSN EN 14538				
obsah Fe	ppm		25	4
obsah Al	ppm		15	<0,03
obsah Cr	ppm		15	-
obsah Cu	ppm		25	7,6
obsah Si	ppm		20	2,7
obsah Na	ppm		80	
ZHODNOCENÍ				
Měřený vzorek požadavkům na základní chemicko-fyzikální parametry vyhoví. Z částicové analýzy odtřevých ková je zřejmé, že u měřené vzorku nebyly limitní hodnoty překročeny. FT-IR: Páry vysokoteplotních antioxidantů jsou ještě dostatečně výrazné.				
DOPORUČENÍ				
Z výsledků analýzy měřené vzorku vyplývá:				
1. hydraulický obvod stroje nesvatoval znaky opotřebení, které by bylo na hranicích mezních hodnot				
2. smeten degradace olejové náplně byl minimální v souladu s provozními				
Doporučujeme další provoz do pěti násled. kontrol				
Měřil:	Haburová, Ludožánková	Za KOMA Ložiska s.r.o. Ing. Jaroslav Habura s.r. nezávislá diagnostická společnost		
Zpracoval:	Haburová			
Datum:	V Ostravě dne 8.12.2009			

PŘÍLOHA E

Přehled pracovních příkazů

Přís. příkaz / Účet	Popis	Druh Stav výkon	Vedoucí	Lokality	Zařízení	Název Zařízení	Postupí Kód	Typ	Výrobní číslo	Začátek	Konec	Prosto j (mm)
PP2197983 0120541	netunguje čerpadla - volán serva --	OP UKONČ	12470	14824	16	vs vřtkovací engeli 04 + bendley	STROJ HYDROTLAK	ENGEL ES4550H10	43	30.3.2009	30.3.2009	120.0000
PP2198275 0120541	komoda nastavení čerpadla --	MP UKONČ	D2470	14824	16	vs vřtkovací engeli 04 + bendley	STROJ	ENGEL ES4550H10	43	30.3.2009	30.3.2009	0
PP2198514 0120541	režim rýžování - výměna čerpadla	OP UKONČ	D2470	14824	16	vs vřtkovací engeli 04 + bendley	STROJ HYDROTLAK	ENGEL ES4550H10	43	5.5.2009	5.5.2009	734.8905
PP2350537 0120541	režim rýžování čerpadla p2 - volán čerpadla - serva engeli p2	OP UKONČ	D2470	14824	16	vs vřtkovací engeli 04 + bendley	STROJ	ENGEL ES4550H10	43	1.10.2009	5.10.2009	8089.908
PP2357784 0120541	komoda nastavení čerpadla --	MP UKONČ	D2470	14824	16	vs vřtkovací engeli 04 + bendley	STROJ	ENGEL ES4550H10	43	12.10.2009	24.11.2009	0
PP2399016 0120541	režim rýžování čerpadla p2 - volán čerpadla - serva engeli p2	MP UKONČ	D2470	14824	16	vs vřtkovací engeli 04 + bendley	STROJ	ENGEL ES4550H10	43	5.11.2009	5.11.2009	0

Vybráno pracovních příkazů: 6

Celkový prosto: 6944.9

Strana 1 z 1

Sunday, April 10, 2011

PŘÍLOHA F

ENGEL

Nabídka	20282176	VISTEON - AUTOPAL SERVICES, S.R.O.
Datum	2011-04-05	ACCOUNTS PAYABLE
Platnost do	2011-06-05	LUZICKÁ 984/14
Zákazník-č.	1019514	741 01 NOVÝ JIČÍN
Vaše objednávka	nabídka	
Datum	2011-04-05	
Naše značka	ECZ/CSD/LM	

Adresa příjemce: Visteon - Autopal s.r.o.
Suvorova 195
741 01 Nový Jičín

Poz.	Zboží-č. Označení	Množství	Jed.	Jed. bez DPH CZK	Celkem CZK
<p>Podpora v každém okamžiku! Naši experti jsou online s e-Service 24 sales.e-factory@engel.at</p> <p>ES 4550/1000 K Výrobní č: 043939 Dat.Fakt. 2001.04.19</p>					
10	02004-0917 AXIALKOLBENPUMPE A10VSO 140DFEE/31R-PSB1	1,00	KS	162.802,77	162.802,77
20	02005-9017 O-RING 180X2,0 NB90 10922485	1,00	KS	1.029,42	1.029,42
30	02508-0222 O-RING NR.8309 90SHORE PRP 222 37,7	6,00	KS	20,59	123,54
40	02508-0221 O-RING NR.8309 90SHORE PRP 221 36,0	1,00	KS	20,59	20,59
Základ DPH celkem					163.976,32
Partnerská sleva					16.397,63
Cena dodávky					147.578,69

Naše ceny jsou uvedeny bez DPH.

Dodací podmínky: DAP Nový Jičín

Dodací termín: skladem v Rakousku
cca 3-4 dny sbernou službou

Platba: platba do 60 dnů

strana 1 od 2

ENGEL CZ s.r.o.	Tel: +420 211 042 969 (vstř.)	VAT Reg. No: CZ450117101	Uniflowtechnik (CZK)	252/0032700	TRITIT: SACXCC2H
Recepcie 200116	Tel: +420 211 042 911 (z. servis)	OSL R.O. s. Právní: rds/c. vořeb/8852	Rollercentrum (CZK)	121 103 7751888	00011: 023002PH
110 00 Praha 4	Tel: +420 211 042 915 (E-NC)	e-mail: pds@engel.at	Rollercentrum (EUR: RAN)	0232 5500 0000 0010 11811700	00011: 023002PH

PŘÍLOHA G

-----Original Message-----

From: Tribotechnická laboratoř [<mailto:laborator@komaov.cz>]

Sent: Monday, October 12, 2009 8:22 AM

To: Gallik, Dusan (D.)

Subject: Re: rozbor oleje

Dobrý den,

cena za 1 vzorek pr. oleje 690,-Kč

cena za 4 prvky otěrových kovů $4 \times 115 = 460,-Kč$

cena celkem 1 150,-Kč

Ještě upřesním den odběru.

Děkuji Haburová Hana

PŘÍLOHA H

Tab. 2 – Pravděpodobnost nebezpečí poruch [19]

Třída čistoty dle ISO	Počet nečistot ve 100 ml oleje				Třída čistoty dle NAS	
	Velikost > 5 µm		Velikos > 5 µm			
	od	do	od	do		
10/7	500	1000	64	130	2	B E Z P E Č N Á
11/7	1000	2000	130	250	3	
12/9	2000	4000	250	500	4	
13/8	4000	8000	130	250		
13/10	4000	8000	500	1000	5	
14/9	8000	16000	250	500		
14/11	8000	16000	1000	2000	6	
15/9	16000	32000	250	500		
15/12	16000	32000	2000	4000	7	
16/12	32000	64000	2000	4000		B E Z P E Č N Á
16/14	32000	64000	8000	16000	8	
17/12	64000	130000	2000	4000		
17/14	64000	130000	8000	16000	9	
18/12	130000	250000	2000	4000		
18/15	130000	250000	16000	32000	10	
19/14	250000	500000	8000	16000		N E B E Z P E Č N Á
19/17	250000	500000	64000	130000	11	
20/15	500000	1000000	16000	32000		
20/17	500000	1000000	64000	130000	12	
21/17	1000000	2000000	64000	130000		
21/19	1000000	2000000	250000	500000		
22/17	2000000	4000000	64000	130000		
22/19	2000000	4000000	250000	500000		
23/17	4000000	8000000	64000	130000		
23/19	4000000	8000000	250000	500000		
24/20	8000000	18000000	500000	1000000		
24/24	8000000	18000000	8000000	18000000		